

## **VERIFICAÇÃO DOS DISPOSITIVOS DE SEGURANÇA DE UMA PASSAGEM DE NÍVEL EM MEIO URBANO.**

**CLÁUDIO VIDRIH FERREIRA<sup>1\*</sup>; ANA CLÁUDIA SCARPIM<sup>2</sup>, MIKHAEL FERREIRA DA SILVA SANTOS<sup>3</sup>;  
FERNANDA DUARTE DE SOUSA<sup>4</sup>; VALNEY MOURA DA SILVA<sup>5</sup>**

<sup>1</sup>Dr. Professor Eng. Civil, FACEMA, Caxias – MA, vidrih@vidrih.com

<sup>2</sup>Esp. Professora Fisioterapia, FACEMA, Caxias - MA, acscarpim@uol.com.br

<sup>3</sup>Acadêmico de Eng. Civil, FACEMA, Caxias – MA, mikhaelmk@hotmail.com

<sup>4</sup>Acadêmica de Eng. Civil, FACEMA, Caxias - MA, fernanda.desousa@hotmail.com

<sup>5</sup>Esp. Professor Eng. Civil, FACEMA, Caxias – MA, valneymoura@yahoo.com.br

Apresentado no  
Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC'2016  
29 de agosto a 1 de setembro de 2016 – Foz do Iguaçu, Brasil

**RESUMO:** O marco histórico da ferrovia se situa no Estado do Rio de Janeiro onde a primeira estrada de ferro do Brasil foi inaugurada em abril de 1854. A partir de então, a ferrovia foi se estendendo aos outros estados, tornando-se um relevante meio de transporte no Brasil. Bauru, pela privilegiada localização no Estado de São Paulo, recebeu inúmeras rodovias e ferrovias, tornando-se o maior entroncamento rodoferroviário do Estado. Esses modais de transporte cortavam as cidades trazendo progresso e desenvolvimento às regiões por onde passava. Na década de 1990, os trens da Estrada de Ferro Noroeste do Brasil foram desativados e começou período das concessões ferroviárias. A partir de então, paulatinamente, a segurança passou para um segundo plano, tornando precária a questão de segurança nas passagens de nível, aumentando a possibilidade de acidentes. Visando auxiliar o Poder Judiciário quanto às questões de segurança, adequabilidade e necessidade de melhoria das condições de segurança dessas passagens, foi efetuada perícia técnica com um detalhado estudo em diversas PN da cidade de Bauru/SP. Neste trabalho são apresentados os resultados obtidos na passagem da Rua Aimorés, que liga diversos bairros populosos da cidade. Os resultados indicaram que a sinalização existente não atende aos requisitos e diretrizes das normas técnicas, exigindo intervenção no sentido de promover maior segurança a população.

**PALAVRAS-CHAVE:** Passagem de Nível, acidentes ferroviários, Grau de Importância, Momento de Circulação, Índice de Criticidade.

### **VERIFICATION OF A LEVEL CROSSING SAFETY SIGNS IN URBAN CENTER.**

**ABSTRACT:** The landmark of the railway is located in the State of Rio de Janeiro where the first railroad in Brazil was inaugurated in April 1854. Since then, the railway was extended to other states, becoming an important means of transport in Brazil. Bauru, the prime location in São Paulo, received numerous roads and railways, making it the largest road and rail junction of State. These transportation modes cut the cities bringing progress and development to the regions wherever he went. In the 1990s, the trains of the Northwest Railroad of Brazil were disabled and started period of railway concessions. Since then, gradually, the security went into the background, making precarious the security issue at level crossings, increasing the possibility of accidents. Aiming to assist the judiciary with regard to safety, suitability and need to improve the safety conditions of these passages, technical expertise was made with a detailed study on various PN Bauru / SP. This paper presents the results in the passage of Aimorés street which connects several populous districts of the city. The results indicated that the existing signaling does not meet the requirements and guidelines of technical standards, requiring intervention to promote greater safety population.

**KEYWORDS:** Railroad Crossing, rail accidents, degree of importance, circulation moment, criticality index.

## INTRODUÇÃO

Diversas passagens de nível (PN) ferroviárias se localizam dentro dos centros urbanos, implementadas em locais em que o fluxo de veículos, bicicletas e pedestres é constante. Uma passagem de nível que possua uma sinalização inadequada pode provocar acidentes e impactos ambientais indesejáveis. Sendo assim, torna-se necessária a investigação sobre o tema como forma de sugerir medidas de sinalização preventivas que possam evitar futuros acidentes em passagens de nível localizadas na cidade de Bauru.

Assim, no desenvolvimento desse trabalho, fruto de perícia judicial realizada, procurou-se conhecer as passagens de nível, considerando as suas condições físicas, seu funcionamento, o fluxo de veículos e a sinalização de segurança existentes. Também, buscou-se identificar normas, leis e definições relacionadas à sinalização de segurança no setor ferroviário urbano. Esse conjunto de informações permitiu sugerir possíveis mudanças e adequações da sinalização nas passagens de nível da cidade de Bauru, visando à prevenção de futuros acidentes.

Nesse trabalho são apresentados os resultados obtidos para uma passagem de nível localizada na Rua Aimóres, entre a Vila Antartica/Cardia e o Jardim Santana. As análises permitiram constatar que os dispositivos de segurança carecem de maior atenção e não estão em conformidade com as normas técnicas pertinentes.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Passagem de nível (PN) é definida como “cruzamento de uma ou mais linhas com uma rodovia principal ou secundária, no mesmo nível” (DNIT, 2011). Já de acordo com Lopes (2012), o cruzamento do modal ferroviário com rodoviário em um mesmo nível é chamado de passagem de nível (PN).

Na cidade de Bauru/SP, exceção as passagens clandestinas, existem sete cruzamentos em nível, denominados de passagens de nível – PN. Assim, os materiais e métodos utilizados almejam determinar as características de cada PN e os equipamentos necessários ao seu adequado funcionamento, refletindo segurança e proteção aos usuários. Os trabalhos foram desenvolvidos à luz das normas técnicas da ABNT vigentes, em especial da NBR 7613 Via Férrea – Travessia rodoviária – momento de circulação, grau de importância e índice de criticidade.

Neste trabalho, face a complexidade e dificuldade de obtenção das informações, são apresentados e analisados os resultados pertinentes a Passagem da Rua Aimorés, contígua ao Jardim Santana, que faz a ligação com a Vila Antartica e Vila Cardia.

A pesquisa foi direcionada no sentido de se obter parâmetros que permitissem a determinação do Grau de importância (Gi), necessário a escolha do tipo de sinalização a ser implantada em cada local pesquisado. Posteriormente, tendo em vista a proposta de Carmo (2006), normatizada pela NBR 7613:2011, foram pesquisados novos fatores que permitiram a obtenção do momento de circulação MC e do Índice de Criticidade IC.

Para atendimentos as normas, foram necessárias visitas aos locais, determinação de fatores influentes, definição do número de trens que circulam pela cidade e contagem de veículos pelas passagens de nível estudadas.

O número de trens que circulam pela cidade foi fornecido pela ALL – América Latina Logística Intermodal, enquanto o número de veículos (carros, ônibus, caminhões etc.), foi determinado por contagem direta realizada no período das 07h00 às 19h00.

Nos levantamentos foram utilizados como infraestrutura os materiais: mesa; guarda-sol, cadeiras, bolsa térmica, prancheta, canetas, lapiseiras, borrachas, coletes e relógios. Tendo em vista a dificuldade de determinação do número de veículos, especialmente em alguns horários de maior fluxo, o tempo foi dividido em intervalos de 5 minutos. Para facilitar os levantamentos, foram elaboradas planilhas no Excel, sendo uma para cada hora de levantamento.

Durante o período dos levantamentos foram utilizadas 2 equipes, com jornada de cerca de 6 horas cada uma. Cada equipe contou com pelo menos 2 pessoas, em tempo integral e outras que forneceram a infraestrutura adequada ao cumprimento das tarefas.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Passagem de Nível PN estudada está localizada na Rua Aimorés, seccionando a Vila Antártica do Jardim Santana, próximo à Tilibra e ao Quartel da Polícia Militar. Na busca de parâmetros foi efetuado o levantamento de campo, objetivando determinar o volume representativo de veículos (carros, caminhões, ônibus etc) que atravessam a PN em ambos os sentidos. Na tabela 1 são apresentados os resultados dos levantamentos efetuados para a PN, após 12 horas de contagem.

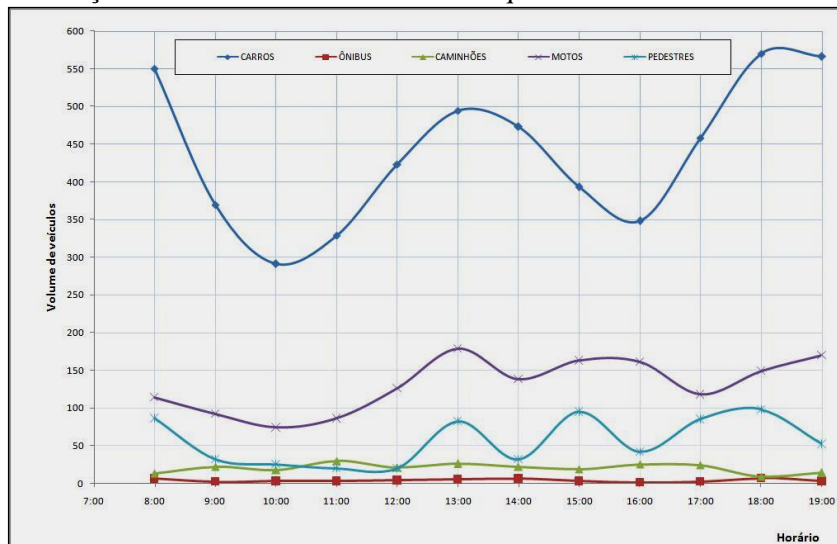
Tabela 1. Resultados do levantamento de campo para PN.

CARROS	ÔNIBUS	CAMINHÕES	MOTOS	PEDESTRES
5.264	45	243	1.570	669

Para melhor visualização, foi elaborado um gráfico que realça a quantidade dos diferentes veículos que circularam pela PN em cada hora do levantamento. A figura 1 retrata essa variação ao longo do período investigado.

Observa-se que a maioria dos veículos são carros de passeio, seguido por motocicletas e pedestres. Como era de se esperar, o fluxo de veículos é bem mais acentuado pela manhã, quando se vai para o trabalho e levar crianças à escola, bem como logo após as 18h00, refletindo o deslocamento pós jornada de trabalho.

Figura 1. Variação horária do volume de veículos que atravessaram a PN.



Visando fornecer uma ideia da situação constatada na PN apresentam-se as figuras 2 e 3 que destacam as características e condições existentes na PN.

Figura 2. Vista da PN da Rua Aimorés.



Figura 3. Vista de levantamentos efetuados.



Com os dados obtidos foi possível determinar o Grau de importância (Gi), o Momento de Circulação e o Índice de Criticidade da via.

O Grau de importância é um indicador que relaciona o fluxo de veículos rodoviários e a quantidade de trens que passam por um cruzamento por um dia com um fator representativo das condições operacionais da PN ( $G_i = V \times T \times f$ ). Conforme preconizado pela NBR 7613:2011, para o cálculo do fator f deve ser adotada a tabela 1 da NBR 7613:2011. O volume de veículos pela via pública, no período considerado, deve ser calculado de acordo com o Anexo A da aludida norma.

O momento de circulação (MC) classifica o grau de importância de um cruzamento rodoviário. Esse indicador corresponde ao produto do número de composições ferroviárias (T) pelo número de veículos que passam por dia por uma passagem em nível. Conforme a NBR 7613:2011, o momento de circulação MC é dado pela expressão:  $MC = (V_D \times T_D + 1,4 \times V_N \times T_N) \times L$ , nas quais os índices D e N correspondem a dia e noite e L é o número de linhas existentes na PN.

Conforme Carmo (2006), com a determinação do volume dos diferentes tipos de veículos (carros de passeio, ônibus e caminhões) é necessário transformá-los a uma base comum para se poder comparar volumes com composições diferentes.

Carmo (2006) destaca ainda que o Momento de Circulação é um dado importante, pois ele auxilia na tomada de decisões sobre o que pode ser feito para minimizar os riscos de acidentes em um cruzamento

O Índice de Criticidade, proposto por Carmo (2006) e contemplado na NBR 7613 é dado por:  $IC = f_c \times (V_D \times T_D + 1,4 \times V_N \times T_N)$ , onde  $f_c$  é um fator que contempla características da PN. Os levantamentos realizados, em conjunto com as demais características observadas, permitiram a obtenção dos valores de f e  $f_c$ . Na tabela 2 são apresentados os valores obtidos para essa PN, enquanto na tabela 3 são destacados os valores de Gi, MC e IC da PN da Rua Aimorés.

Tabela 2. Definição dos valores de “f” e “ $f_c$ ” para PN Rua Aimorés.

PN - Rua Aimorés		Cálculo "f"			PN - Rua Aimorés		Cálculo " $f_c$ "		
		Valor	Peso	Valor Final			Valor	Peso	Valor Final
01.	Visibilidade	4	10	40	01.	Visibilidade	4	10	40
02.	Rampa Max.	4	7	28	02.	Rampa Max.	4	7	28
03.	Vel. Máxima Trem	2	7	14	03.	VMA	2	7	14
04.	Nº de Vias Ferreas	4	6	24	04.	Nº de Vias Ferreas	4	6	24
05.	Vel. Máxima Via	2	5	10	05.	VMA na via pública	2	5	10
06.	Trânsito ônibus	2	5	10	06.	Trânsito Pedestres	3	2	6
07.	Trânsito Caminhões	2	4	8	07.	Nº faixas rodoviárias	3	5	15
08.	Trânsito não Habitual	2	4	8	08.	Cond. pavimento	2	5	10
09.	Trânsito Pedestres	3	2	6	09.	Iluminação	3	3	9
<b>Valor Total</b>		$V_t = (\sum V_r \cdot P_i) / 100$		<b>1,48</b>	<b>Valor Total</b>		$V_t = (\sum V_r \cdot P_i) / 100$		<b>1,56</b>

Tabela 3. Valores de Gi, MC e IC da PN da Rua Aimorés.

<b>Gi</b>	<b>MC</b>	<b>IC</b>
52.806	19.267	30.057

O Índice de Criticidade (IC) é um indicador definido a partir de uma análise de parâmetros de risco e daqueles que compõem os indicadores Grau de Importância (Gi) e Momento de Circulação (MC) com o objetivo de melhor definir a proteção indicada com base nas condições reais do cruzamento.

Assim, a proposta do Índice de Criticidade (IC), idealizada por Carmo (2006) e normalizada pela ABNT através da NBR 7613:2011, foi utilizar os pontos destes dois indicadores (Gi e MC) com algumas mudanças, principalmente quanto a inclusão de parâmetros não considerados.

Neste cenário, adotou-se a proposta de Carmo (2006) e da NBR 7613:2011. Neste caso, a definição das melhorias nas PNs é governada pela classificação destacada na tabela 4.

Com os dados obtidos e o emprego da tabela 4 foi possível enquadrar a PN, atendendo a NBR 7613:2011. Os resultados são apresentados na tabela 5.

Tabela 4. Melhorias em PN (área urbana) de acordo com o IC.

	IC / (10 <sup>3</sup> )	Necessidade do Pedestre	Classificação da Via			
			Vias Expressas	Vias Arteriais	Vias Coletoras	Vias Locais
Sem energia elétrica	0 - 10		Para este tipo de via não é permitido PN. Caso isto aconteça, é necessário protegê-la com cancela até que a PN possa ser separada com travessia em desnível.	1b	1b	1a
	10 - 50			2c	1b	1a
	50 - 100			2c	2c	2a
	> 100			2d	2c	2b
Com energia elétrica	0 - 10	Baixo		1b	1b	1a
		Alto		3a	3a	3a
	10 - 50	Baixo		3b	3b	2c
		Alto		4	4	3c
	50 - 100	Baixo		4	4	3c
		Alto		4	4	3d
	Baixo	5	5	3e		
	> 100	Alto	5	5	3f	

Fonte: Adaptado do Manual de Cruzamentos Rodoferroviários.

Tabela 5. Definição da proteção da PN da Rua Aimorés.

LOCAL	IC x 10 <sup>3</sup>	Via	DEFINIÇÃO DA PROTEÇÃO		
			P/A	Tipo	Descrição
PN	30,1	coletora	A	4	Campainha e sinal luminoso com controle automático

OBS: P = proteção passiva e A = proteção ativa.

## CONCLUSÕES

Os resultados dos trabalhos realizados na Passa de Nível – PN da Rua Aimorés em Bauru/SP, indicaram um Grau de importância  $G_i = 52.806$ , cerca de 2,5 vezes superior ao limite especificado, indicando que a proteção no local não pode ser passiva e sim ativa.

Na PN vistoriada, constatou que além da falta de manutenção, há apenas sinalização passiva constituída, por placas de advertência e de regulamentação, estando em desconformidade com as normas técnicas, contribuindo para aumentar o risco de acidentes no local.

Adotando-se a proposta de Carmo (2006) e com observância da NBR 7613:2011, o tipo de proteção foi definido em função do Índice de Criticidade – IC – que é um índice que engloba outros fatores importantes, não contemplados no Grau de Importância  $G_i$ . Para essa proposta o índice de criticidade IC resultou 30.057, conduzindo, também a necessidade de proteção ativa.

Assim, visando minimizar o risco de acidente no perímetro urbano da cidade e, em observância aos preceitos da NBR 7613:2011, concluiu-se que a PN da Rua Aimorés classificada como via coletora de nível 4, exige uma proteção ativa constituída de campainha e sinal luminoso com controle automático, devendo ser adequada pela empresa concessionária da ferrovia no local.

## REFERÊNCIAS

- Carmo, R. C. Procedimento para Avaliação de Passagens de Nível. 2006. 84 f. Monografia (Especialização em Transporte Ferroviário de Carga) – Instituto Militar de Engenharia, Academia MRS, Rio de Janeiro, 2006.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRA-ESTRUTURA DE TRANSPORTES. Ferrovias: Histórico. Brasília, 2007. Disponível em: < <http://www.dnit.gov.br/menu/ferrovias/historico> > Acesso em: 03 set. 2012.
- Lopes, M. G. R. Risco nas passagens de nível ferroviárias: lições do caso do acidente de Americana/SP. Dissertação Mestrado – Faculdade de Saúde Pública da USP; 2012, 125p.
- Passagens de nível. Segurança Rodoviária, 2012. Disponível em: < [http://ec.europa.eu/transport/road\\_safety/topics/infrastructure/level\\_crossing/index\\_pt.htm](http://ec.europa.eu/transport/road_safety/topics/infrastructure/level_crossing/index_pt.htm) >. Acesso em: 10 set. 2012.